



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



# Utforsling och tillvaratagande av sten från ett hygge, är det lönsamt?

*Excavation and recovery of stone from a felling,  
is it profitable?*

**JOHAN ANDERSSON**



**Examensarbete i skogshushållning, 15 hp**

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2020:32

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Utforsling och tillvaratagande av sten från ett hygge, är det lönsamt?

Excavation and recovery of stone from a felling, is it profitable?

Johan Andersson

**Handledare:** Staffan Stenhag, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kursansvarig institution:** Skogsmästarskolan

**Kurskod:** EX0938

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2020

**Omslagsbild:** Stenigt hygge, något år efter avverkning Foto: Johan Andersson

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2020:32

**Nyckelord:** sten, kross, markberedning



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## Sammanfattning

Många har nog sett kala hyggen fulla med sten när man åker längs vägarna. Föreliggande studie har som mål att undersöka om det skulle vara lönsamt för fastighetsägaren att ta tillvara på stenen och krossa för eget bruk. Vidare studeras vilka regler som gäller och hur man skall gå tillväga rent praktiskt. Flera närliggande grustäkter har på senare tid lagts ner och transportsträckorna för att erhålla material har därmed blivit längre. Något som även medför högre kostnader och mer utsläpp av avgaser.

I studien har tre objekt i form av olika avverkningsstrakter bedömts med visuellt varierad stenmängd. Kostnaderna för utforsling och krossning har sedan beräknats och jämförts med kostnaden att köpa in motsvarande mängd. Resultaten har visat att stenar under 0,5 meter kan tas ut och krossas och det behövs minst 750 ton på en trakt. Beräkningar har även visat på att avståndet till närmaste grustäkt inte har så stor betydelse.

Denna teoretiska studie visar att det kan vara lönsamt att plocka ut stenen och krossa materialet på plats för samtliga undersökta trakter. I vissa fall kan man se en halvering av materialkostnaden jämfört med att köpa in från närmaste täkt. En annan positiv del kan ses i att trakten markbereds med grävmaskin och att fasta basstråk med stickvägar skapas. Resultaten från denna studie pekar i stort i positiv riktning men skulle behöva följas upp i praktiken.

*Nyckelord:* sten, kross, markberedning

## Abstract

Many have probably seen bare felling's full of stone when driving along the roads. The present study aims to investigate whether it would be profitable for the property owner to use the stone and crush it for his own use. Furthermore, the rules that apply and how to proceed is studied. Several nearby gravel pits have recently been closed and the transport distances to obtain materials have thus become longer. Which also means higher costs and more exhaust emission from transport.

In the study, three objects of different felling areas have been assessed with a visually varied amount of stone. The costs for excavation and crushing have then been calculated and compared with the cost of purchasing the corresponding quantity.

The results have shown that stones under 0.5 meters can be removed and crushed and at least 500 tons are needed in one area. Calculations have also shown that the distance to the nearest quarry is not so important.

The study shows theoretically, that it can be profitable to pick out the stone and crush the material on site for all investigated objects. In some cases, you can see half the material cost compared to buying it from the nearest quarry. A positive part can be seen as the ground won't need any scarification after the excavation of stones. The results from this study generally point in a positive direction.

*Key Words:* stone, stone-breaker scarification

## Förord

Det har varit intressant att göra denna studie på en fråga som jag grubblat på under flera år. Det var svårare än jag trodde. Det finns inte så mycket tidigare studier runt ämnet.

Jag hoppas mitt arbete kan få upp intresset för vidare försök.

Jag vill tacka alla som varit delaktiga med information och som gjort arbetet möjligt. Tack till Roland Larsson för synpunkter på hur jag skulle lägga upp studien och ett extra tack till min handledare Staffan Stenhag som har haft tid att hjälpa mig med väldigt bra synpunkter.

# Innehåll

<b>INLEDNING .....</b>	<b>1</b>
<b>MARKBEREDNING .....</b>	<b>1</b>
<b>SKOGSVÄGAR.....</b>	<b>2</b>
<b>FASTA STICKVÄGAR.....</b>	<b>2</b>
<b>JURIDISKA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ATT BRYTA STEN.....</b>	<b>2</b>
<b>SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR .....</b>	<b>3</b>
<b>MATERIAL OCH METODER .....</b>	<b>4</b>
<b>BERÄKNING AV KROSSBAR STENMÄNGD .....</b>	<b>4</b>
<b>KROSSAR.....</b>	<b>4</b>
<b>TRAKTER .....</b>	<b>5</b>
<b>RESULTAT .....</b>	<b>7</b>
<b>TRAKT 1, BODA .....</b>	<b>7</b>
<b>TRAKT 2, LAGGARBOL .....</b>	<b>8</b>
<b>TRAKT 3, HULLA .....</b>	<b>8</b>
<b>SAMMANTAGET.....</b>	<b>9</b>
<b>DISKUSSION.....</b>	<b>10</b>
<b>LÖNSAMHET .....</b>	<b>10</b>
<b>STUDIENS SVAGHETER OCH VIDARE FORSKNING.....</b>	<b>11</b>
<b>SLUTSATS .....</b>	<b>11</b>
<b>REFERENSER .....</b>	<b>12</b>
<b>BILAGA 1.....</b>	<b>14</b>
<b>BILAGA 2.....</b>	<b>15</b>
<b>BILAGA 3.....</b>	<b>16</b>



# Inledning

Målet med denna studie är att utreda om det kan vara lönsamt att ta tillvara på stenar som ligger kvar på hygget efter en avverkning. Krossat stenmaterial kan användas vid nyproduktion av skogsvägar, förstärka befintliga vägar och även reparera ev. skador som kan ha uppkommit. Avläggsplatser för timmer får en extra stor påfrestning av timmerbilarna och dessa områden måste ofta förstärkas upp. Tanken är att se vilka volymer som förekommer och vilka kostnader som kan tänkas uppstå vid utforsling och krossning. Kostnaderna jämförs med priset för att köpa in motsvarande mängd för att kunna användas på egna fastigheten. Tre olika studieobjekt kommer undersökas.

## Markberedning

Inför varje återbeskogning så är markberedning ett alternativ för att förbättra förutsättningen för att de nya plantorna ska etablera sig på bästa sätt. Johansson et al. visar i sin studie (2013) att föryngringen blir bättre och att även planthöjderna blir jämnare efter en markberedning. Effekten gäller för etableringsfasen och har inte så stor inverkan efter att denna är passerad. Saurasunet et al. visar i sin studie (2018) att ju intensivare markberedning som utförs desto fler plantor gror på platsen. De påtalar dock även en möjlig negativ effekt på tillväxten om det är för många plantor.

Markberedningens effekt på det bundna kolet i marken har diskuterats extra nu då miljöpåverkan har varit i fokus. Studier har kunnat påvisa en ökad inbindning av kol efter en markberedning. Man förklarar detta med att träden växer mycket bättre och via den ökade biomassan så kan mer kol bindas in (Mjörfors et al. 2017).

Det finns flera olika tekniker, såsom harvning, inversläggning och även skrapning med grävmaskin, för att markbereda. De olika metoderna har både för- och nackdelar. Harvning är ofta billigast, ca 2 100 kr/ha, men resultatet kan variera en hel del om det finns mycket sten på hygget. Med grävmaskin så kostar det lite mer, ca 4 000 kr/ha, men man gör mindre skada och kan planera bättre var varje planteringspunkt hamnar (Skogssällskapet, Sikström et al. 2018).

En felaktigt utförd markberedning kan medföra avvattning och även erosion på ett hygge. SveBefo har finansierat en studie som utförts av Kent Werner från EmpTec. Där studeras vad som påverkas vid bortledning av grundvatten. I stora drag kommer man fram till att många anläggningar saknar tillförlitliga mätningar som kan användas för att bedöma vad som sker. I rapporten framhålls att mer data kommer behövas för att kunna göra fortsatta studier (Werner et al. 2012).

## Skogsvägar

Varje år byggs ungefär 1 700 kilometer nya skogsbilvägar. Anledningen till att det byggs så mycket vägar är att det dyra vid en avverkning oftast är skotningsavståndet. Skogsstyrelsen gör en jämförelse där man bedömer transportarbetet för en skotare mot en lastbil på samma avstånd. De menar att skotare har upp till 50 gånger högre energiförbrukning än lastbilen. Då kan man se en skogsbilväg som både ekonomisk och miljösamt. En nackdel kan dock vara att man bryter upp naturen i mindre brukningsenheter (Skogsstyrelsen 2017).

Det är oftast väldigt dyrt att bygga en skogsbilväg. Beräkningsverktyget från skogskunskaps hemsida beräknar fram att det behövs ungefär ett ton överbyggnadsmaterial per meter, för en väg med åretruntåtkomst förutom vid tjällossning. Ska man köpa det från närmaste tåkt så kan vägen bli väldigt dyr vid långa avstånd till tåkterna. Man skriver även på webbsidan att det kanske kan vara billigare om man har en egen tåkt eller krossdepå (Skogskunskap 2016).

## Fasta stickvägar

Körskador vid avverkningar kan orsaka att tungmetaller och andra näringsämnen lakas ur skogsmarken och transporteras ner till vattendrag och sjöar. Med dagens varmare vintrar så ställs mer krav på planering då avverkningar ofta sker då marken inte är tjälad (Skogsstyrelsen 2020). Om man planerar in och har fasta stickvägar så kan dessa förstärkas innan det uppstår en skada. Dessa kan med fördel stärkas upp med överbyggnadsmaterial likt vid vägbyggen. Med ett fast stickvägsnät så kan även antalet plantor som behöver planteras optimeras då man inte planterar i stickvägarna. Hur framtiden ser ut vet vi inte men med allt dyrare arbetskraft så kanske ett mekaniserat skogsbruk blir möjligt där skötsel och skogsvårdsåtgärder utförs med maskiner.

## Juridiska förutsättningar för att bryta sten

Utforsling av stenar hamnar juridiskt under ”husbehovståkt”. Det är inget krav på tillstånd från myndigheter så länge mängden understiger 10 000 ton eller att arealen överstiger 25 hektar per fastighet. Vid användning av kross på egen fastighet, som inte ligger inom detaljplanerat område, så krävs endast tillstånd om den används mer än 30 dagar under ett år. Då skall det anmälas till kommunen. Tillstånd kan behövas om man väsentligt förändrar naturmiljön. Men i fallet med utforsling av ytsten så förändras inte miljön nämnvärt mer än vid en markberedning (Naturvårdsverket 2003).

En egen observation från Mälardalsområdet är att flera tåkter på senare tid lagts ner, ofta med förklaringen att de inte får något nytt tillstånd. Följden har då blivit mycket längre transportsträckor när man köper krossmaterial vilket i sin tur ökar kostnaden.



Efter diskussion med en handläggare på Länsstyrelsen framkommer det att det är lätt att få tillstånd till en bergtäkt, det svåra är att man ska ha rätt kunskap för att kunna fylla i dokumenten. Det finns inga direkta riktlinjer på vad som skall vara med, man ser mer till hur tidigare godkända ansökningar har varit utformade och man kontrollerar om det kommit några nya rön (Personlig kommunikation, Alexandra Hellsten, Länsstyrelsen Södermanlands län, 2020-03-03).

Det finns väldigt få, nästintill inga, vetenskapliga undersökningar runt husbehovstäkter eller bergtäkter. Detta framkom efter diskussioner med berörda myndigheter och branschorganisationer inom den geologiska sektorn. Bland andra så påpekade SBMI, SGI och SGU att det saknas litteratur. Resultatet blir att man endast följer lagen och normal praxis.

Ett av de stora problem som identifierats i krossbranschen är att det är väldigt långa ledtider i tillståndsansökningarna. Enligt en sammanställd arbetsrapport från Skogforsk så skapas det flera problem på grund av långa ledtider vid ansökan av täktstillstånd för bergkrossmaterial. En av punkterna som identifierats är att man måste åka väldigt långt för att hämta materialet som behövs då man inte kan starta upp sin egen täkt. I miljösynpunkt så är detta en stor negativ effekt då långa transporter släpper ut mycket mer avgaser (Skutin & Bergqvist, 2016).

## Syfte och frågeställningar

Det övergripande syftet med studien är att undersöka om det kan vara lönsamt att ta ut och ta tillvara på stenar som ligger på ett hygge. Vidare ska utredas hur man i så fall ska gå tillväga.

Följande frågeställningar ska besvaras:

- Vilka kostnader uppstår vid ett sådant uppdrag, besparing eller förlust?
- Finns det andra positiva resultat av att ta bort ytsten?
- Under vilka förutsättningar är det lönsamt att ta tillvara på stenen?

## Material och metoder

Tre trakter kommer att väljas ut med lite varierad visuell ytstenighet. Två trakter kommer väljas på hyggen och den tredje blir på ett hygge där man samlat ihop stenen av någon annan anledning och man inte behöver ta hänsyn till utforslingen.

### Beräkning av krossbar stenmängd

Trakterna kommer att cirkelytetaxeras med en radie på 7,98 m (200 m<sup>2</sup>). Åtta ytor kommer läggas objektivt per trakt. Stenmaterialet klassas per decimeter i 10 klasser i spannet 0,2 – 1 m, alla stenar kommer att räknas. Varje klass kommer beräknas efter en kubisk form för att få fram volymen, se nedan.

$$0,2 \times 0,2 \times 0,2 = 0,008 \text{ m}^3$$

$$0,3 \times 0,3 \times 0,3 = 0,027 \text{ m}^3$$

$$0,4 \times 0,4 \times 0,4 = 0,064 \text{ m}^3$$

$$0,5 \times 0,5 \times 0,5 = 0,125 \text{ m}^3 \text{ osv}$$

Densiteten för granit ligger mellan 2,4 – 2,7 ton/m<sup>3</sup>. I arbetet används därför att det går 2,55 ton/m<sup>3</sup> vid omräkningar.

Insamlade data behandlas i MS Excel och ArcMap.

### Krossar

Olika krossmodeller har identifierats efter diskussioner med NCC där två storlekar av krossar hittats. En större variant ca 100 ton, som kan hantera material upp till 70 cm och mindre kross ca 30 ton som kan ta upp till 50 cm. Den större krossen kan producera krossat material för 12 – 18 kr/ton men kräver att man kör minst 60 000 ton per trakt. De mindre, mer mobila, varianterna producerar material för ca 50 kr/ton. De stora krossverken har en mycket högre etableringskostnad än de mindre vilket gör att större volymer måste köras per trakt (Personlig kommunikation, Andreas Hirscher, NCC, 2020-03-23).

Sökande på nätet efter lämpliga krossentreprenörer kommer att göras för att erhålla information och specifikationer över hur materialet skall kunna upparbetas. Priser per maskin och kringliggande kostnader kommer även detta att sökas på nätet och via personliga kontakter. Även lokala entreprenörer för grävmaskiner och lastbilstransporter kommer att tillfrågas efter priser.

Dagspriser på aktuellt krossmaterial kommer att sökas från täkter i anslutning till objekten. En fraktion kommer användas i jämförelserna. Samtliga priser anges exklusive moms.

## Trakter

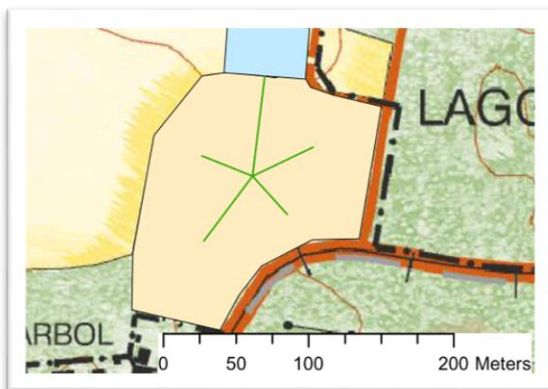
Följande trakter behandlas:

Boda, Figur 1, är ett 5,4 hektar stort område med riklig förekomst av sten. Hygget har inte behandlats för föryngring och om man vill göra det så är markberedning med grävmaskin att föredra då det är mycket stora stenar.



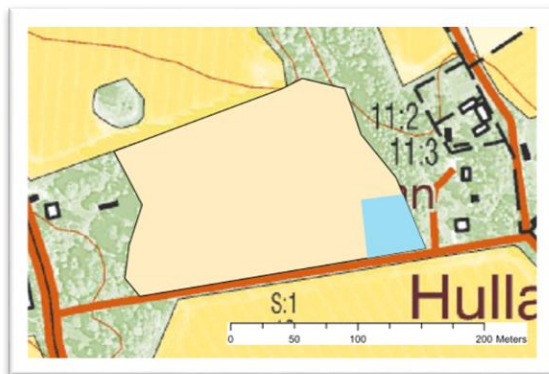
*Figur 1. Traktskiss med upplagsplats och tänkta basstråk.*

Laggarbol, Figur 2, är en fröträdsställning på 2,1 hektar där markytan är nästintill helt täckt med stenar. Ingen markberedning är utförd och om detta skall göras är grävmaskin det mest logiska valet.



*Figur 2. Traktskiss med upplagsplats och tänkta basstråk.*

Hulla, Figur 3, är en skogsmark på 2,7 hektar som har gjorts om till åkermark. Stenarna från hygget har samlats i tre högar. Ingen utforsling behövs endast krossning för denna trakt.



*Figur 3. Traktskiss med upplagsplats.*

## Resultat

Information om krossverk kommer från Krossentreprenad i Mälardalen AB. De har en dubbelkross, 1208 – 4000 och specifikationer för prestation och priser ses i Tabell 1. Krossen är en mindre variant, ca 30 ton och kan matas med stenmaterial upp till 50 cm. Etableringskostnaden ligger inom spannet 40 000 till 100 000 kr, taxan för maskinerna under krossning ligger på ca 6 500 kr/h. Normalt används grävare och lastmaskin i anslutning till kross men för det här arbetet antas att endast grävare kommer användas och etableringskostnaden kommer därför läggas på den lägre nivån.

**Tabell 1.** Pris och prestation för varje fraktion vid krossning, fraktion 0 – 150 kommer användas.

Fraktion	0 – 150	0 – 90	0 – 63	0 – 32	0 – 16
Prestation, ton/h	325	250	230	200	130
Kostnad, kr/ton	20	26	28	33	50

Bygg och schakt AB som är ett lokalt större företag med entreprenadmaskiner har kommit med pris och prestationsuppgifter rörande grävare och dumper, dessa kan ses i Tabell 2.

**Tabell 2.** Kostnader erhållna från lokala entreprenörer i Katrineholm och Vingåkers kommun.

	Kr per timme	Prestation
Krossverk	6 500	325 ton/timme
Grävare 25 ton	1 000	
Grävare + hydraulhammare	1 400	6 m <sup>3</sup> /timme
Dumper A25G	800	12 m <sup>3</sup> /lass
Lastbil + vagn	1 000	40 ton/lass

En 25 tons grävmaskin med hydraulhammare som skulle fungera som förkross innan krossverket uppges kosta 1 400 kr/timme och prestationen uppgavs till 10 minuter per m<sup>3</sup>. Detta ger en beräknad kostnad på 233 kr/m<sup>3</sup> eller 93 kr/ton (Personlig kommunikation, Peter Ljungkvist, Bygg och Schakt AB, 2020-07-14).

Transport av material från grustäkt beräknas med en uppskattad last och lossningstid på 20 minuter. Kostnaden per trakt redovisas under respektive del längre ner i rapporten.

## Trakt 1, Boda

Inventeringen gav en total mängd stenmaterial på ca 11 600 ton varav 1 600 ton befinner sig i diameterspannet för krossen, Tabell 4 i Bilaga 1. Stenmaterialet är utspritt så att grävaren med en räckvidd på 10 meter kan nå cirka en tredjedel av materialet för att fylla en dumper. En dag extra läggs på en grävmaskin för att få

ihop högar att fylla dumpern med material utan att behöva flytta. Två dagar för grävare bedöms behövas för att förbereda stickvägar och basstråk. Medelavstånd beräknas till 123 meter och med en beräknad körhastighet på 60 meter per minut, utläst ur prestationstabell för skotare. Varje lass kommer ta ca 9 minuter inkluderat 5 minuter lastning. Total tid för utforsling beräknas till 8 timmar för en grävare och dumper. Krossningsförfarandet beräknas ta 5 timmar.

Kostnaden för utforsling och krossning av materialet för den här trakten hamnar totalt på ca 110 000 kr eller 69 kr/ton.

Transporten av samma mängd som kan krossas som istället skulle köpts från den närmaste grustäkten skulle hamna på ca 31 kr/ton. Med listpriset 77 kr/ton för materialet så hamnar den totala kostnaden på 108 kr/ton. Det skulle krävas 40 resor med lastbil för att transportera motsvarande mängd.

## Trakt 2, Laggarbol

Inventeringen gav en total mängd stenmaterial på ca 5 300 ton varav 1 900 ton befinner sig i diameterspannet för krossen, Tabell 6 i Bilaga 2. Stenmaterialet är utspritt så att grävaren med en räckvidd på 10 m kan nå tillräckligt material för att fylla en dumper utan att behöva flytta sig. Två dagar för grävare bedöms behövas för att förbereda stickvägar och basstråk. Medelavståndet beräknas till 120 meter och med en beräknad körhastighet på 60 meter per minut, utläst ur prestationstabell för skotare (Larsson 2015). Varje lass kommer ta ca 9 minuter inkluderat 5 minuter lastning. Total tid för utforsling beräknas till 9,5 timmar för en grävare och dumper. Krossningsförfarandet beräknas ta 6 timmar.

Kostnaden för utforsling och krossning av materialet för den här trakten hamnar totalt på ca 111 000 kr eller 58 kr/ton.

Transporten av samma mängd som kan krossas som istället skulle köpts från den närmaste grustäkten skulle hamna på ca 23 kr/ton. Med listpriset 77 kr/ton för materialet så hamnar den totala kostnaden på 100 kr/ton. Det skulle krävas 48 resor med lastbil för att transportera motsvarande mängd.

## Trakt 3, Hulla

Skogsmark omgjord till åkermark och tre högar med sten har lagts ihop i anslutning. Beräknad mängd uppgår till 1 300 ton bedömt att all sten ligger inom diameterspannet. Krosstid beräknas uppgå till ca 4,5 timmar.

Kostnaden för krossningen hamnar totalt på 66 000 kr eller 51 kr/ton.

Transporten av samma mängd som kan krossas som istället skulle köpts från den närmaste grustäkten skulle hamna på ca 27 kr/ton. Med listpriset 77 kr/ton för materialet så hamnar den totala kostnaden på 104 kr/ton. Det skulle krävas 33 resor med lastbil för att transportera motsvarande mängd.

## Sammantaget

I Tabell 3 kan man se resultatet för samtliga trakter. Alla trakter visar på en besparing och ett medel för alla tre hamnar på 70 000 kr per trakt. De olika objekten är av varierad storlek men uttaget material ligger ändå väldigt nära varandra med ett medel på 1 600 ton. Kostnaden för Hulla sticker ut lite men detta beror på att endast krossningen tas upp, utforslingskostnaden har kommit i ett tidigare skede.

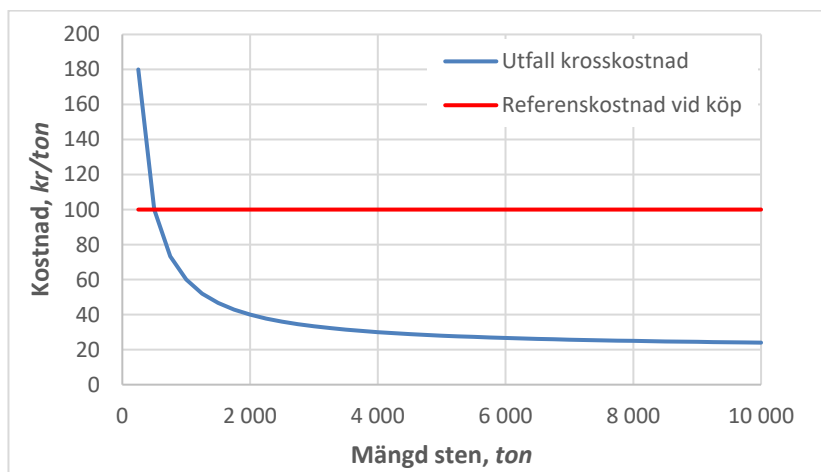
**Tabell 3.** Resultat efter utforsling av stenmaterial.

<i>Trakt</i>	<i>Kostnad, kr</i>	<i>Volym, ton</i>	<i>Besparing, kr</i>
Boda	110 000	1 600	60 000
Laggarbol	110 000	1 900	80 000
Hulla	66 000	1 300	69 000
Medeltal	95 000	1 600	70 000

# Diskussion

## Lönsamhet

Resultatet visar att en markägare som är i behov av fyllnadsmaterial i form av stenkross och har stenigare hyggen skulle spara en hel del pengar på att ta till vara på stenen. De tre objekten som undersökts visar på att man skulle kunna ha en besparing på 39, 42 resp. 53 kr/ton. Största besparingen kan göras om man redan har stenmaterialet ihopsamlat. Krossningsförfarandet står för en stor del av kostnaden, ju mer sten som kan krossas desto större besparing. Figur 1, visar hur kostnaden varierar med ökad mängd sten. Röd linje indikerar jämförelsepriset för köpt material.



**Figur 4.** Kostnad per krossat material i relation till hur mycket som krossas.

Det blir inte heller så stor åverkan då endast stenmaterial i diametrarna 0,2 m till 0,5 m tas ut. Vid användning av grävare med hydraulhammare så skulle även större stenar kunna tas ut men med en kostnad på 93 kr/ton så känns inte det försvarbart. Hela förtjänsten med att krossa själv skulle försvinna.

När man med grävare går in och bereder basstråk och även stickvägar så förbättrar man även för framtida skogsbruk då dessa redan är planerade och är i körbart skick. Den ekonomiska vinsten av detta är inte med i beräkningarna men måste ändå ses som positiv. Utforslingen av sten medför även markberedning, så denna kostnad uteblir vid kommande föryngring.

Om man har mycket sten, mer än man har behov av, så kan det vara värt att söka tillstånd för täktverksamhet då man kan sälja det vidare. Det är inte svårt att få tillstånd men man måste bara vara ute i god tid. Med listpriset på runt 77 kr/ton så finns en möjlighet till vinst men då ska man nog ligga i en stenmängd över 3 000 ton.



En nackdel som upptäckts under arbetets gång är att det kan vara svårt att hitta en krossentreprenör som kan åta sig dessa korta jobb. De flesta mindre krossverk jag kommit i kontakt med jobbar enbart mot vägentreprenader då de går som en extra kross. Detta då kontinuerliga kontrakt är att föredra än att åka runt på flera mindre under en vecka. Entreprenören måste vara mer inriktad på att göra korta punktinsatser. Med en sådan entreprenör så skulle tillvaratagandet av stenar från hyggen kunna vara riktigt lönsamt.

## Studiens svagheter och vidare forskning

En svaghet i studien är att det endast gjorts beräkningar och inga skarpa försök. För att vara helt säker på resultatet så skulle några trakter behöva testas för att se vilka faktiska kostnader som kan uppstå. Alla kostnader är givna som ett cirkapris och man kan inte med 100 procents säkerhet säga att utfallet blir som beräknat. Ytterligare en svaghet är att det har varit svårt att hitta entreprenörer som kan åta sig dessa uppdrag, arbetet för krossen hamnar bara på någon dag så då krävs det många trakter under ett år.

## Slutsats

Studien visar på att det kan vara lönsamt med utforsling och krossning av sten för eget bruk. Det är dock bara i teorin, för att vara riktigt säker på utfallet så skulle flera skarpa test behöva göras och framöver kanske man även ska titta på den ekonomiska vinsten av fasta stickvägar.

Större markägare eller bolag med stora markinnehav skulle kunna utnyttja möjligheten att ta tillvara på stenen då det ofta är de som har behov att skapa nya vägar då de för ett mer aktivt skogsbruk. Har de inte tillgång till egen bergtäkt så skulle den här metoden kunna vara ett alternativ.

Slutsatsen av studien blir att med en mindre kross, ca 30 ton, och en krossmängd över 750 ton så kan det bli lönsamt att ta tillvara på stenen som ligger på hygget. Kross- och utforslingskostnaden ligger då under listpriset för materialet från närmaste täkt. Oavsett avstånd till denna så blir det då billigare att krossa egen sten.

Även vinsten av att inte behöva markbereda och att preparerade basstråk med stickvägar skapas kan ses som en väldigt positiv bieffekt.

En kostnad som inte tas upp i beräkningarna är att vid transport av material från täkt så levereras det direkt till användningspunkten. Denna kostnad har inte beräknats fullständigt för krossalternativet. En enkel transport på en sträcka på 1 km från krossstället så skulle denna kostnad hamna på 10 – 15 kr / ton. Detta beräknat med maskinkostnader och prestationer som använts i arbetet och att man kan köra med en medelhastighet på 50 km / timme.

## Referenser

- Mjörfors, K. Strömgren, M. Nohrstedt, H-Ö. Johansson, M-B. Gärdenäs, A-I. (2017). Indications that site preparation increases forest ecosystem carbon stocks in the long term. *Scandinavian journal of forest research*, 2017. Vol. 32, ss. 717-725
- Johansson, K. Nilsson, U. Örlander, G. (2012). Comparison of long-term effects of scarification methods on the establishment of Norway spruce. *Forestry* 2013, vol. 86, ss. 91-98.
- Saurasunet, M. Mathisen, KM. Skarpe, C (2018). Effects of increased soil scarification intensity on natural regeneration of scots pine *Pinus Sylvestris* L. and birch *Betula* spp. L. *Forests*. vol. 9 issue, 5
- Naturvårdsverket (2003), Handbok 2003:1 *Prövning av tåker-Handbok med allmänna råd*. (ISSN 1650-2361)
- Alexandra Hellsten, Länsstyrelsen (personlig kommunikation, 2020-03-03)
- Andreas Hirscher, Site manager, NCC, (personlig kommunikation, 2020-03-23)
- Peter Ljungkvist, VD, Bygg och Schakt AB, (personlig kommunikation, 2020-07-14)
- Skutin, S-G. & Bergqvist, M. (2016) Slutrapport: *Projekt bergtäkt- Potentialer till kortare ledtider i miljöprövningen*. Uppsala. Skogforsk. (Skogforsk arbetsrapport nr 914-2016)
- Werner, K. Onkenhout, J, Löw, Å. (2012) Förstudie: *Effekter på grund- och ytvattenförhållanden vid grundvattenbortledning från berganläggningar*. Stockholm. BeFo, ISRN BEFO-R-117-SE, (BeFO rapport 117-2012)
- Skogssällskapet (2018) Bilaga 3: Kalkyler beståndsanläggningskedjor–några exempel Tillgänglig: <https://www.skogssallskapet.se/download/18.706b03641584ebf5394229f3/1478869703062/1314-129%20165-9%20Bilaga%203%20Kalkyler.pdf> [2020-08-06]
- Skogsstyrelsen (2017). Vågar Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/vagar/> [2020-08-05]
- Skogsstyrelsen (2019). Körsador Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/skogsskador/korskador/> [2020-08-05]
- Skogskunskap (2016). Överbyggnad. Tillgänglig: <https://www.skogskunskap.se/vagar-i-skogen/vagbyggnadsteknik/vagbyggnad-steg-for-steg/overbyggnad/> [2020-08-05]

Larsson (2015). Prestationspåverkanden faktorer skotare. Tillgänglig: <https://slu-se.instructure.com/courses/836/files/folder/PrestationsPrognos?preview=72032>  
[2020-08-06}

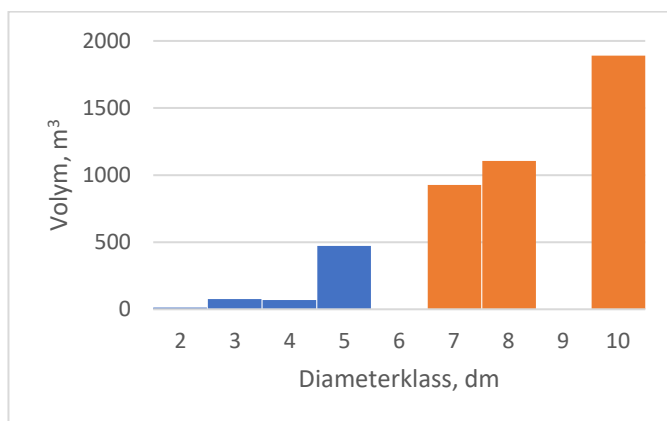
# Bilaga 1

Boda, 5,4 hektar. Mycket stenig mark. Medelavstånd till upplag 123 meter.

Tabell 4. Resultat av cikerlytetaxering med en radie på 7,98 m.

(dm)	Yta 1	Yta 2	Yta 3	Yta 4	Yta 5	Yta 6	Yta 7	Yta 8	Medel
2					8		40		6
3					24		48	12	11
4			16		16				4
5		36		12	4		44	16	14
6					0				0
7	16		24	28	12				10
8	12	16		8	12			16	8
9					0			0	0
10	4	12	12	12	8	8			7

Tabell 5. Volymfördelning per diameterklass, blå staplar är den användbara delen.



Vägsträcka från Mörtsjön, som är närmaste grustäkt, ligger 33 km bort och enkel sträcka tar 27 min.

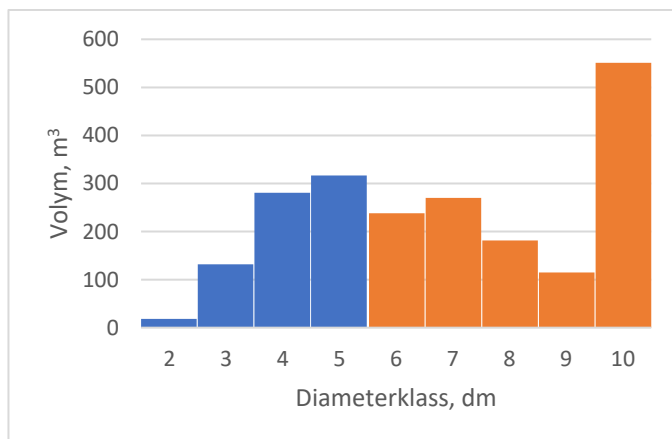
## Bilaga 2

Laggarbol, 2,1 hektar. Stenig mark. Medelavstånd till upplag 120 meter.

Tabell 6. Resultat av cikerlytetaxering med en radie på 7,98 m.

	Yta	Yta	Yta	Yta	Yta	Yta	Yta	Yta	
(dm)	1	2	3	4	5	6	7	8	Medel
2	32	8	29	24	0	0	40	40	22
3	38	17	41	24	124	80	0	48	47
4	30	12	27	21	68	100	48	28	42
5	10	5	11	7	52	36	52	20	24
6	2	2	7	5	0	32	0	36	11
7	3	0	1	0	8	28	20	0	8
8	4	2	1	0	12	0	0	8	3
9	1	3	0	0	0	0	8	0	2
10	4	3	2	1	4	12	12	4	5

Tabell 7. Volymfördelning per diameterklass, blå staplar är den användbara delen.



Vägsträcka från Mörtsjön, som är närmaste grustäkt, ligger 16 km bort och enkel sträcka tar 18 min.

## Bilaga 3

Hulla, 2,7 hektar. Skogsmark som gjorts om till åkermark.

Tre högar med en ungefärlig längd, bredd och höjd, 15 m, 6 m och 4 m. Dessa har en konisk form och totalvolymen beräknas till ca 540 m<sup>3</sup> vilket motsvarar ca 1 300 ton. All sten bedöms ligga inom diameterspannet 0,2 – 0,5 meter.

Vägsträcka från Mörtsjön, som är närmaste grustäkt, ligger 20 km bort och enkel sträcka tar 23 min.